



学位論文要旨

専攻名 共生環境学 専攻

氏名 CHO MANSU



題目 廃植物油混合燃料を用いるエネルギー変換システムの環境負荷に関する研究
(Environmental assessment for biomass-composite-fuels with waste vegetable oil concerning energy conversion systems)

本研究は、軽油に廃植物油を混合した燃料を用いる小型ディーゼルエンジンの駆動と、A重油に固形廃植物油を混合した代替燃料を用いるボイラーの運用において、排気ガスの健康リスク評価と、温室効果ガスの排出に関するライフサイクルアセスメントを実施し、現在の産業を維持するうえで必要とされるエネルギー変換システムにこれらの代替燃料が実用可能であるかどうか確認しようとするものである。

実証実験とその考察を中心とする研究の結果、次のことが分かった。

(1) 廃植物油混焼小型ディーゼルエンジンの排気ガスに関する健康リスク評価とライフサイクルアセスメント

1.1 健康リスク評価による発癌率

本研究で基準とする 2.511MJ のエネルギーを発生させるにあたり、排気ガスの TVOCs 濃度に関しては、軽油(WC00)は 310.16, WC010 は 219.17, WC015 は 450.95 および WC020 は 613.29 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] となり、WC010 が一番少なかった。発癌物質による健康リスク評価値 (50 年間暴露) は 軽油(WC00)の $4.46\text{E}-04$ に対して WC010 は $3.62\text{E}-04$ となり、WC010 の健康リスク評価値が最も小さい結果となった。

1.2 燃料使用におけるライフサイクルアセスメント

トルクを一定に制御する条件下、小型ディーゼルエンジンを 20 分間駆動し、軽油発生エネルギーと等価の仕事をする廃植物油混合燃料のカーボンニュートラルによる GWP 削減率を計算した。その結果、WC010, WC015 および WC020 の順に、軽油に対し、GWP の値でおよそ 10%, 13% および 16% の削減率となることが分かった。

1.3 廃植物油混焼小型ディーゼルエンジンの LCA 費用便益分析

地球温暖化に対する経済的な被害額は、2.511MJ のエネルギーを発生させるにあたり、WC00 は 0.252 円, WC010 は 0.228 円, WC015 は 0.22 円および WC020 は 0.212 円となり、エンジン駆動面でも安定していた WC010 を用いるときでも、約 9.7% の社会コストを節減できることが分かった。

(別紙様式第 6 号)

1.4 廃植物油混焼小型ディーゼルエンジンの健康費用便益分析

VOCs が存在する現場に 1 年間勤務したと仮定した場合 WCO 0 基準で肺癌の病院治療費用は 63744 円 (排気環境の整っていない工場における勤務者 1 人あたりの統計的な金額, 以下同様) であった。同様に WCO 10 の場合は 51733 円であり B/C ratio は 1.23 であった。

なお, 供試した廃植物油混合燃料は, 少量の添加剤のもとに廃植物油を軽油と混合するもので, 複雑なエステル化を必要とせず, エンジンやボイラーを利用するサイトで燃料を混合することなど使用条件を選べば, 精製過程が単純であるためいくつかの長所を持つ。

(2) 固形廃植物油を混合したボイラー用代替燃料の環境負荷

2.1 ライフサイクルアセスメント

代替燃料 (NEF) の使用は A 重油と比較して GWP を 10.7%削減できる。なお, 廃植物油の混合によりボイラー効率が低下していないので, 現在の 20%から更に廃植物油の割合を高めることができる可能性が高い。

2.2 健康リスク評価

健康リスクについて, TVOCs などを計測した結果, 非発癌物質による発癌リスクに関しては, 代替燃料 (NEF) による排気ガスは A 重油による排気ガスに比べ, 5.90% 高い結果となったが, 逆に発癌物質については代替燃料 (NEF) が A 重油に比べて 9.27% 低くなった。

(3) 実用性に対する考察

廃植物油を既存の軽油や重油とリサイクル的に混合する形で形成する代替燃料が, 現在の熱機関に対し実用的に利用可能かどうか確認した結果, 軽油と混焼させるディーゼルエンジンの場合は廃植物油の割合が 10%の事例が最も良い環境性能を達成した。また A 重油と混焼させるボイラー代替燃料の場合, 20%の混合率でもボイラー効率などは低下せず, 期待された環境負荷の低減も得られている。

結果を詳細に検討した結果, 20%の廃植物油を A 重油に混合するボイラーの代替燃料は実用性がきわめて高いものと言えることが分かった。

以上のように, 本研究は健康リスク評価とライフサイクルアセスメントという, 従来別々に検討されてきた手法を統合し, 環境負荷を社会コストにより計算する新たな手法を提案することができた。

(備考) 日本語 (2000 字以内) または英語 (500 ワード以内) にまとめて記載してください。